

# **DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT MESIN CUCI MOBIL OTOMATIS BERBASIS PLC OMRON CP1E-E30**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**Dendy Pratama**

**D 400 130 084**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT MESIN CUCI MOBIL OTOMATIS  
BERBASIS PLC OMRON CP1E-E30**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**Dendy Pratama**

**D 400 130 084**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Dr. Agus Ulinuha ST.MT.PhD.

NIK.656

**HALAMAN PENGESAHAN**

**DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT MESIN CUCI MOBIL OTOMATIS  
BERBASIS PLC OMRON CP1E-E30**

**OLEH**

**DENDY PRATAMA**

**D 400 130 084**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Kamis, 03 Agustus 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

**1. Dr. Agus Ulinuha, S.T., M.T., Ph.D.**

**(Ketua Dewan Penguji)**

  
(.....)

**2. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.**

**(Anggota I Dewan Penguji)**

  
(.....)

**3. Umar, S.T., M.T.**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

  
(.....)

**Dekan,**



**Ir. Sri Sunariono, M.T., Ph.D**

**NIK. 682**

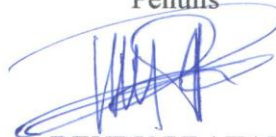
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 19 Agustus ..... 2017

Penulis



**DENDY PRATAMA**

**D 400 130 084**

# DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT MESIN CUCI MOBIL OTOMATIS BERBASIS PLC OMRON CP1E-E30

## Abstrak

*Programmable Logic Controller (PLC)* adalah piranti elektronika yang dirancang untuk sistem kontrol otomatis pada mesin dan aplikasi lain. Mesin cuci mobil terdiri dari dua macam; manual dan otomatis. Contoh alat cuci mobil manual yaitu masih menggunakan manusia sebagai tenaga kerjanya, yang otomatis menggunakan sistem kontrol untuk menggerakkan alat elektronik secara berurutan. Pada era elektronika seperti saat ini, kebanyakan orang tidak mempunyai waktu mencuci mobilnya sendiri melainkan diserahkan ke orang lain. Sehingga peneliti membuat mesin cuci mobil otomatis yang tidak membutuhkan waktu lama. Mesin cuci mobil otomatis ini menggunakan PLC CP1E untuk pengoperasiannya secara otomatis. Pengoperasian tersebut digunakan untuk mengerakkan motor ac sebagai penggerak mesin, pompa air sebagai penyemprotan air hingga bodi mobil bersih, penyemprotan sabun, serta pengeringan bodi mobil menggunakan kompresor. Mesin cuci mobil ini mempunyai dimensi 3720 mm x 2500 mm x 2500 mm. Mesin cuci mobil ini di buat dengan bahan besi yang di las. Untuk kontrol dengan PLC Sumber tegangan dihubungkan pada *power supply* yang *include* pada PLC tersebut. Karena PLC sendiri beroperasi tegangan 12 volt sampai 24 volt.

**Kata Kunci :** motor ac, PLC omron CP1E, power supply, kompresor

## Abstract

Programmable Logic Controller (PLC) is a unit specifically designed to handle an automatic control sistem on industrial machines or other applications . Car washers may be classified into 2 types; Manual and automatic. Manual car washer are still using humans for the car washing job, while automatic car washer uses a control sistem to drive electronic devices sequentially. But in the era of electronics, most people do not have time to wash his own car but handed over to someone else. For this reason, researchers make automatic car washing machines to do the washing tasks, and it does not take long time. This automated car wash machine uses CP1E PLC for its automatic operation. The operation is used to drive the ac motor as prime mover, water pump as water spraying to clean car bodi, soap spraying, and drying car bodi using high pressure air from the compressor. This car wash has dimensions of 3720 mm x 2500 mm x 2500 mm. This car wash machine made with welded iron material. For controlling the device with PLC, the voltage source is connected to the power supply of PLC. The PLC itself operates a voltage of 12 volts to 24 volts.

**Keywords :** AC motor, PLC omron CP1E, power supply, compressor

## 1. PENDAHULUAN

Pada era teknologi ini, terdapat peningkatan produksi dunia industri, diantaranya dalam industri otomotif. Di Indonesia, banyak masyarakat sudah menggunakan mobil pribadi sebagai alat transportasi. Hal ini dikarenakan banyaknya perusahaan mobil mengeluarkan varian baru dengan harga terjangkau oleh masyarakat, khususnya golongan masyarakat menengah ke atas. Perawatan mobil dapat dilakukan antara lain dengan membersihkan, yang juga dapat mencegah timbulnya korosi akibat kotoran yang melekat. Mencuci mobil dapat dilakukan di rumah atau di tempat pencucian mobil

yang umumnya membutuhkan waktu dan tenaga. Waktu yang diperlukan juga cukup lama. Masyarakat pada saat ini cenderung menginginkan sesuatu yang cepat, praktis, dan hasil memuaskan serta harga yang relatif murah.

Setiap tahun kendaraan yang ada di Indonesia bertambah, jumlah kendaraan roda empat yang ada di Indonesia mencapai 124.348.224 unit data ini diambil dari pendaftaran kendaraan roda empat dihitung sampai Juli 2016. Pada setiap tahun dikatakan pertumbuhan kendaraan roda empat enam juta unit per tahun. Jumlah besaran 10-15 persen kontribusinya datang dari mobil. (Kompasotomotif.com(2016)).

Sejumlah kota besar di Indonesia, saat ini telah terdapat fasilitas pencucian mobil otomatis. Proses pencucian mobil secara otomatis relatif cepat dan praktis karena waktu yang dibutuhkan hanya sekitar 5 menit. Saat ini di Surakarta hanya cuci mobil manual. Hal ini disebabkan karena harga mesin cuci mobil otomatis sangat mahal. Banyak faktor yang menyebabkan mahalnya mesin pencuci mobil otomatis tersebut, di antaranya komponen, peralatan, dan desain bodi nya yang mahal. Proses perakitan dan pemasangan masih terbilang rumit. Selain itu control dari mesin cuci mobil otomatis menggunakan PLC omron CP1E E30. Karena menggunakan PLC omron masih tergolong murah daripada control PLC lainnya dan juga pemrograman yang masih tergolong mudah jika dibandingkan dengan PLC lainnya.

Kepuasan pelanggan yaitu perbandingan perasaan konsumen yang harapan dan diterimanya. Seorang pelanggan, jika pelanggan merasa puas maka kemungkinannya menjadi pelanggan dalam waktu lama. (Umar,(2005:65))

Maka dari data jumlah populasi mobil sekarang dan data akan kebutuhan mesin cuci mobil otomatis sangat dibutuhkan di era ini. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa membuat mesin cuci mobil otomatis untuk memudahkan orang mencuci mobilnya dengan cara otomatis dan tidak manual.

PLC (*Programmable Logic Control*) yaitu komponen elektronik yang beroperasi secara digital dan untuk pemakaian di lingkungan industri, sistem yang mempunyai memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan internal menggunakan intruksi-intruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti urutan, logika, pencacahan, pewaktuan dan aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui I/O analog maupun digital (Capiel,1982).

Pemrograman yang dibuat menggunakan aplikasi Cx-Programmer 9.5. Cx-Programmer adalah software khusus untuk memprogram PLC buatan OMRON. Program yang digunakan memakai *Ladder Diagram*. Fungsi pemrograman yang digunakan yaitu DIFU dan DIFD yang berfungsi mengubah outputnya menjadi on. DIFU outputnya menjadi on saat terjadi transisi off ke on pada sinyal input nya ke DIFD sehingga outputnya menjadi on saat terjadi transisi on ke off pada sinyal inputnya. Adapun cara kerja fungsi DIFU dan DIFD pada kontrol PLC dapat digambarkan sebagai berikut:



Motor induksi adalah perangkat elektromagnetis dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Prinsip kerja motor listrik bahwa arus yang mengalir melalui kumparan di medan magnet akan menimbulkan energi yang dipergunakan untuk menggerakkan kumparan. Pada alat jenis induksi ini, arus yang terjadi bolak-balik diberikan pada stator, yang menyebabkan medan magnet sekaligus menghasilkan energi di dalam rotor yang mengelilinginya. (Neidle,1991)

PLC ini menggunakan PLC omron dengan tipe E30. PLC ini mempunyai input dan output digital 30 buah. Pin input 18 buah, dan output 12 buah, tegangan kerja masing-masing 24 volt dc, dan beban 220 Volt ac. Secara garis besar alat ini tersusun atas PLC CP1E E30, Motor Ac, Panel, pompa air, kompresor, dan nozzle. Mekanisme kerja dari alat yang dibuat adalah jika mobil sudah di dalam mesin cuci mobil otomatis. Kemudian menyalakan tombol on pada panel setelah itu motor Ac dan pompa air akan menyala. Motor Ac akan bergerak dengan membawa selang air yang akan membersihkan mobil setelah pembilasan dengan air tahap selanjutnya sabun akan menyala yang akan menyembprot bodi mobil dengan 1 kali bilasan kemudian tahap selanjutnya pembilasan dengan air dengan 2 kali pembilasan. Untuk tahapan akhir pengeringan bodi mobil yang menggunakan kompresor.

## **2. METODE**

### **2.1. RANCANGAN PENELITIAN**

#### **1. Studi literatur**

Kajian kepenulisan berupa pencarian referensi seperti buku, jurnal serta melalui internet. Referensi yang didapat akan digunakan untuk acuan dasar penelitian penulis dengan judul “Rancang Bangun Mesin Cuci Mobil Otomatis Berbasis PLC CP1E E30”

#### **2. Pengumpulan data**

Mengumpulkan data yang berfungsi agar data yang penulis buat valid serta memudahkan penulis dalam membuat mesin cuci mobil otomatis. Data yang di cari berupa desain rangkaian, pencarian spesifikasi alat yang diperlukan untuk penelitian ini.

#### **3. Perancangan alat dan memprogram PLC**

Selanjutnya Perancangan alat dilakukan sesudah pengumpulan bahan-bahan dari berbagai literatur. Pembuatan rangkaian, memprogram PLC untuk mengaktifkan motor ac, kompresor, dan sabun. Memprogram PLC menggunakan Cx-programer 9.5 dengan jenis program ladder diagram.

#### 4. Pembuatan

Pada tahap Pembuatan alat untuk penelitian ini berupa pembuatan panel elektronika PLC. Pembuatan alat memerlukan konsentrasi tinggi serta ketelitian yang akurat baik hardware maupun program demi mendapatkan hasil yang telah direncanakan.

#### 5. Pengujian alat

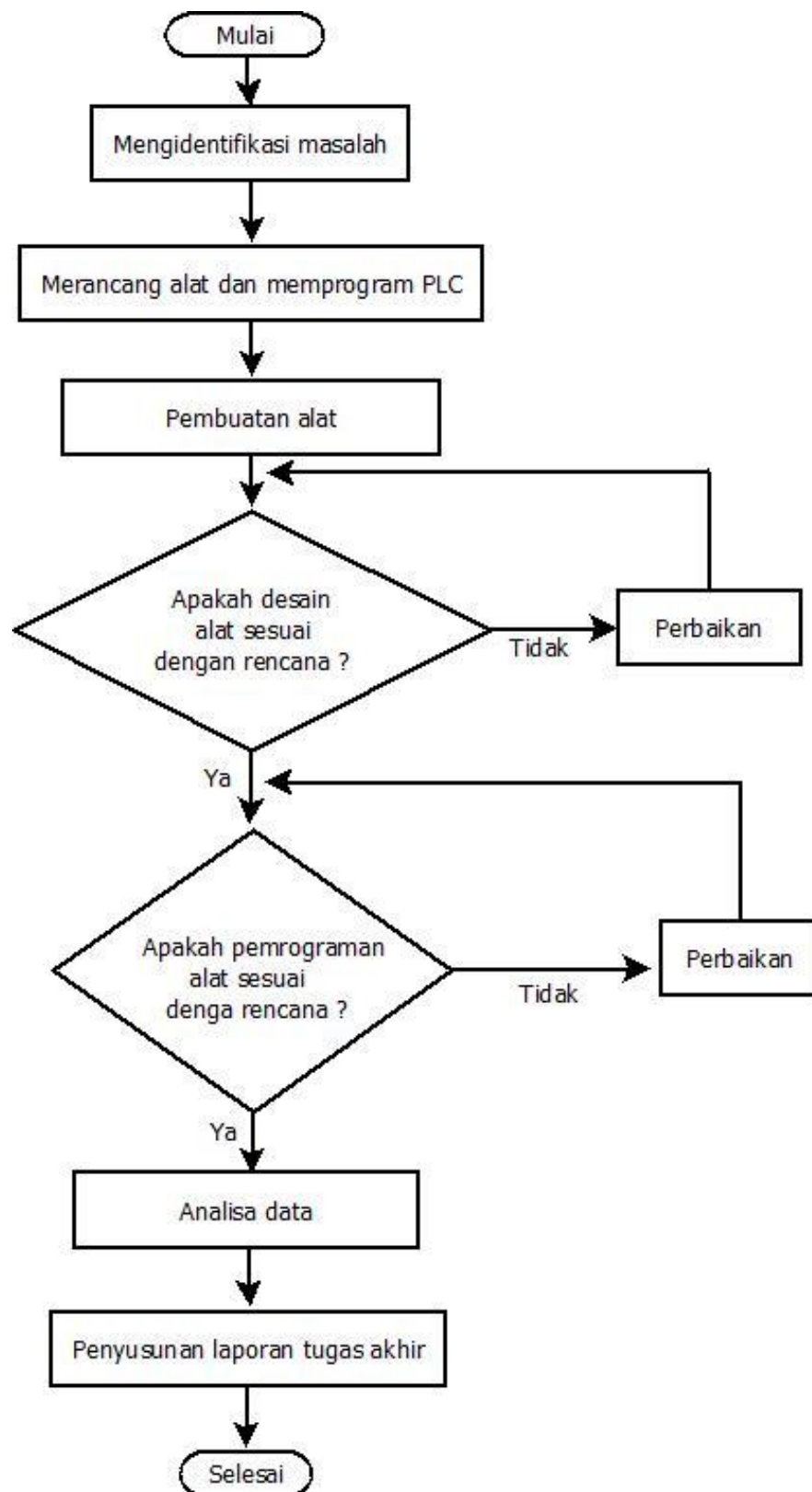
Untuk tahap Proses pengujian alat bertujuan untuk perbandingan hasil penelitian dengan konsep yang dibuat penulis. Pengujian alat dilakukan terus menerus untuk menemukan hasil yang maksimal sesuai konsep yang dibuat.

#### 6. Analisa data

Proses analisa data mengambil beberapa proses pengujian alat. Hasil yang telah diuji di analisa sehingga data yang diperoleh valid dan sesuai yang telah direncanakan. Pengujian ini dapat dilihat pada flowchart penelitian.



## 2.2. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

## 2.3. Peralatan Dan Bahan

### 2.1.1. Peralatan

- a. Bor tangan
- b. Tang kupas
- c. Obeng (+) dan (-)
- d. Gerinda tangan
- e. Penggaris
- f. Tang buaya
- g. Kunci T
- h. Gergaji besi
- i. Las listrik

### 2.1.2. Bahan

- a. PLC CP1E E30
- b. Motor Ac
- c. Kompresor 2 PK
- d. Tabung salju
- e. Tombol dan saklar
- f. Panel 40 X 60 cm
- g. Kabel
- h. Selang
- i. Pipa besi
- j. Nozzle pipa
- k. Selenoid valve
- l. Besi U dan persegi
- m. Relay
- n. Spiral kabel

- o. Gear box

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Desain Alat

Alat yang dirancang dalam penelitian ini berdimensi dengan ukuran 3720 mm x 2500 mm x 2500 mm. Mesin cuci mobil terbuat dari besi yang di las. Pada bagian depan mesin cuci mobil terdapat panel yang berfungsi mengaktifkan semua aktuator. Di bagian kanan, kiri, atas serta depan terdapat pipa yang akan keluar air, sabun, dan blower. Pipa tersebut tersambung dengan selang dan yang menggerakkan pipa tersebut adalah motor ac 1 phasa yang berada di bagian atas mesin cuci mobil. Desain alat terdiri dari beberapa alat antara lain berupa motor 1 phasa, relay, PLC CP1E E30, pompa air, tabung sabun, kompresor.

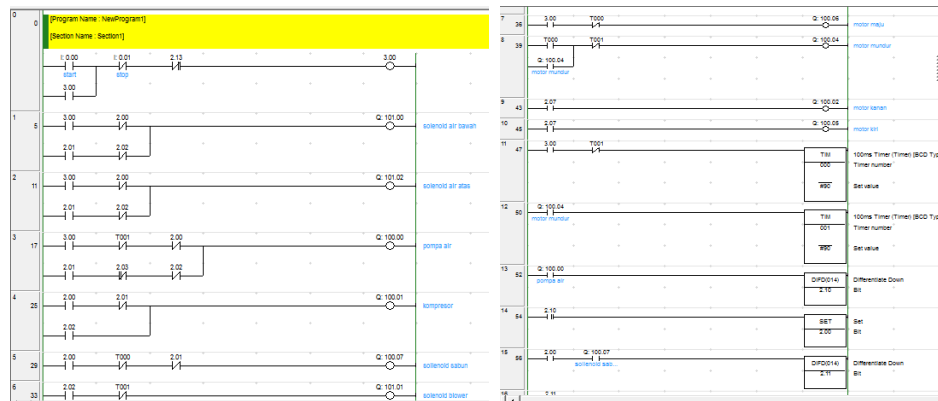


Gambar 2. Tampak depan mesin cuci mobil otomatis

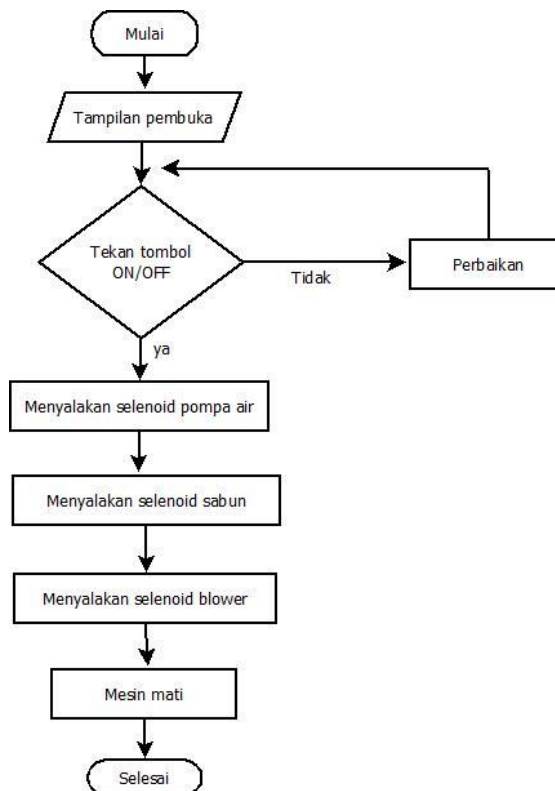
#### 3.2 Perancangan Software

Tahap perancangan dengan software pada penelitian ini adalah untuk mengetahui sistem itu bekerja sesuai dengan apa yang kita inginkan. Pada pemrograman PLC sendiri penulis memakai program Cx-programmer 9.5. Jenis program yang dipakai ladder diagram, ladder diagram sendiri yaitu metode pemrograman yang digunakan pada PLC. Ladder diagram adalah tiruan dari logika yang langsung diaplikasikan dengan relay, ladder diagram merupakan pemrograman PLC yang mudah sehingga tidak merumitkan para teknisi untuk menyelesaikan pembuatan program. Pertama penulis membuat sistem otomatis untuk menggerakkan motor 1 phasa setelah itu menyalakan pompa air, sabun, dan blower.

7Pembuatan program dengan ladder diagram membutuhkan ketelitian dan konsentrasi yang cukup lama. Pada gambar 3 merupakan gambar pemrograman ladder diagram dengan cx-programmer 9.5.



Gambar 3. Skrip Program Keseluruhan PLC Dengan *Cx-programmer*

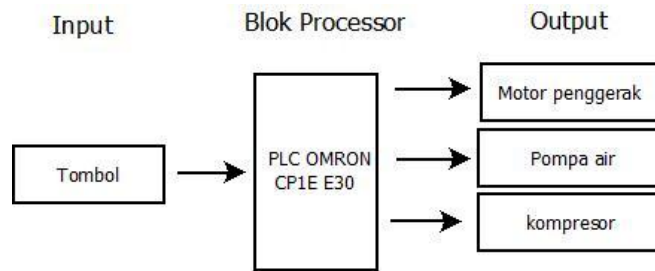


Gambar 4. Flowchart Program PLC

### 3.3 Perancangan Hardware

Perancangan hardware meliputi perancangan pada bagian rangkaian dalam pembuatan rangkaian keseluruhan yang digunakan dalam penelitian ini, seperti perancangan penyambungan PLC, relay, dan motor Ac. Relay yang dipakai 24 volt dan relay 220 volt, untuk arus relay nya 5 ampere dan 10 ampere. PLC CP1E E30 omron dihubungkan dengan relay yang berfungsi sebagai pengaman dari arus yang lebih besar. Relay yang dipakai sebanyak 6 buah masing-masing dihubungkan secara

paralel. Setelah dari relay kemudian disambungkan ke motor 1 phasa yang berfungsi menggerakkan mesin cuci mobil, pompa air, dan kompresor. Semua sistem terhubung secara otomatis dengan PLC.



Gambar 5. Blok diagram mesin cuci mobil otomatis



Gambar 6. Panel control mesin cuci mobil otomatis

Salah satu perancangan dalam pembuatan mesin cuci mobil otomatis berbasis PLC yaitu membuat panel *control* yang dirancang sesuai program yang telah dibuat. Panel box berfungsi sebagai tempat control alat elektronika. Bahan dipilih karena lebih kuat untuk tata letak komponen elektronika. Penelitian yang membutuhkan relay omron dan dimensi PLC yang besar maka membutuhkan sistem mekanik yang presisi. Dimensi box mencapai 60 x 40 cm dengan dimensi tersebut dirasa sudah mencukupi.



Gambar 7. Bentuk fisik PLC CP1E E30

PLC CP1E E30 adalah jenis PLC omron yang mempunyai I/O sebanyak 30. Input berjumlah 18 buah dan output berjumlah 12 buah. Pada mesin cuci mobil PLC terhubung dengan tegangan PLN sebesar 220 volt. Sumber tegangan PLC dihubungkan pada *power supply* yang *include* pada PLC tersebut. PLC sendiri beroperasi dengan tegangan 12 volt sampai 24 volt. PLC ini memakai power supply jika tidak memakai power supply dikhawatirkan PLC akan rusak atau terbakar dikarenakan tidak mendapat pasokan daya yang stabil. Output yang digunakan berfungsi untuk menyalakan motor penggerak, pompa air, dan kompresor.



Gambar 8. Bentuk fisik pompa air yang dipakai

Pompa air ini berfungsi menyemprotkan air ke bodi mobil. Pada PLC pompa air disambungkan dengan relay terlebih dahulu sebelum masuk ke output PLC. Pemrograman PLC pompa air mempunyai alamat output 100.00. pompa air akan disambungkan oleh selang dan pipa pada mesin cuci mobil untuk proses penyucian bodi mobil.



Gambar 9. Bentuk fisik tabung salju

Tabung salju adalah tabung yang menyimpan sabun yang berbentuk busa. Tabung ini di pemrosesan mesin cuci mobil akan disambungkan dengan kompresor untuk mengeluarkan busanya. Sebelum masuk ke dalam pipa mesin cuci mobil otomatis tabung ini akan disambungkan dengan selenoid terlebih dahulu.



Gambar 10. Bentuk fisik selenoid valve

Solenoid valve adalah katup yang dapat dialiri arus listrik AC maupun DC. Solenoid valve yang mempunyai elemen kontrol untuk penggunaan dalam sistem fluida. Solenoid valve digunakan pada sistem pneumatik, sistem hidrolik ataupun pengontrolan mesin yang digunakan untuk elemen kontrol otomatis. Pada solenoid valve ini akan dihubungkan ke panel control tepatnya relay. Solenoid valve berfungsi untuk otomatis air, sabun, dan kompresor.



Gambar 11. Bentuk fisik kompresor

Kompresor pada mesin cuci mobil otomatis berfungsi untuk penggunaan sabun dan blower. Kompresor yang digunakan yang berukuran 2 pk dikarenakan ukuran 2 pk mempunyai tekanan angin yang cukup kuat untuk untuk memberi sabun atau mengeringkan bodi mobil. Alamat output pada PLC 100.01.



Gambar 12. Posisi tempat motor penggerak mesin cuci mob





Gambar 13. Bentuk fisik motor ac 1 phasa

Motor penggerak yang digunakan pada mesin cuci mobil otomatis berjumlah 2 buah. Untuk pemasangan motor seperti gambar 12. Mekanik yang digunakan motor penggerak dihubungkan dengan gear box dan dipasang roda sehingga roda tersebut berjalan sesuai rel yang telah dibuat. Motor penggerak dipasang pada relay secara paralel.

### 3.4. Hasil Pengujian dan Pembahasan

Hasil dari pengujian alat yang dibuat ketika tombol on/off dinyalakan, maka sensor 1 akan aktif jika terkena mobil dan akan mengaktifkan pompa air serta selenoid bawah yang berfungsi membersihkan bagian bawah mobil. Selanjutnya jika sensor tidak terkena bodi mobil maka selenoid bawah akan tertutup yang kemudian motor penggerak yang membawa sensor akan mencari bodi mobil. Setelah itu jika sensor terkena bodi mobil maka selenoid atas dan pompa air akan menyala seperti Gambar 14 menyalanya air sebanyak 2 kali bolak-balik. Kemudian sistem sensor akan membaca jika terkena bodi mobil hingga tahap terakhir. Tahap selanjutnya penyiraman sabun yang menggunakan selenoid sabun dan kompresor seperti Gambar 15 pada tahap ini 1 kali penyiraman. Setelah itu pembilasan dengan air sebanyak 2 kali seperti Gambar 16. Tahap terakhir yaitu pengeringan bodi mobil dengan angin oleh kompresor pada gambar 17. Setelah tahap selesai Proses pencucian mobil dengan menggunakan mesin cuci mobil otomatis ini membutuhkan waktu 5 menit sampai selesai.



Gambar 14. Penyiraman Air





Gambar 15. Penyemprotan Menggunakan Sabun



Gambar 16. Pembilasan Dengan Air



Gambar 17. Blower Pengeringan Bodi Mobil

## **Penutup**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan perancangan mesin yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal di antaranya sebagai berikut.

1. PLC Omron CP1E sebagai kontrol pada mesin cuci mobil otomatis.
2. Perograman dengan menggunakan Cx-Programmer yang di khususkan untuk PLC Omron.
3. Relay adalah komponen pada kelompok aktuator yang berfungsi sebagai pengendali aktuator.
4. DIFU dan DIFD yang berfungsi mengubah outputnya menjadi on. DIFU outputnya menjadi on saat terjadi transisi off ke on pada sinyal input nya ke DIFD sehingga outputnya menjadi on saat terjadi transisi on ke off pada sinyal inputnya.
5. Aktuator yang digunakan yaitu motor 1 phasa sebagai penggerak, pompa air, kompresor, dan selenoid valve.
6. Selenoid valve adalah katup dengan elemen kontrol katup kran otomatis yang berfungsi untuk tutup buka selang air, sabun, dan angin.

### **PERSANTUNAN**

Pada pembuatan penelitian tugas akhir ini penulis mendapatkan semangat, pertolongan, saran, kritik, dan doa dari berbagai pihak, dengan demikian penulis ucap syukur dan rasa terima kasih dari kepada:

1. Allat SWT yang telah memberikan kesempatan untuk bisa mengerjakan dengan judul “DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT MESIN CUCI MOBIL OTOMATIS BERBASIS PLC OMRON CP1E-E30”.
2. Ayah, Bunda Dan Keluarga yang telah menjadi pondasi semangat, mendoakan dan motivasi sehingga terselesaikannya penelitian tugas akhir dengan judul “DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT MESIN CUCI MOBIL OTOMATIS BERBASIS PLC OMRON CP1E-E30”.
3. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
4. Bapak Umar, S.T., M.T. Sebagai Ketua Program Study Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Dr. Agus Ulinuha ST.MT.PhD. Sebagai Pembimbing Penelitian tugas akhir yang telah memberikan arahan & bimbingan.
6. Teman - Teman Teknik Elektro Angkatan 2012,2013,2014 Robot Research.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Soepatah dan Soeparno, 1987. *Mesin Listrik 1*. Jakarta : Depdikbud, Dikdirmenjur.
- Bolton, W. (2003). *Programable Logic Controller Third Edition*. Burlington: Newnes.
- Budiyanto, M. Wijaya, A. 2003. *Pengalaman dasar-dasar PLC (Programmable Logic Controller)*. Gava Media. Yogyakarta.
- D Waller , H Werner, ,2002. “Electropneumatic Workbook Basic Level”, Festo Didactic Gmbh
- Mantra, A, B. 2005. *Simulasi Pintu Garasi Mobil Otomatis Berbasis PLC OMRON SYSMAC CPM1A*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Muthusubramanian, R. 2000. *Basic Electrical, Electronics, and Computer Engineering*. Tata McGraw-Hill: New Delhi.
- Omron, 1997. *Smallest PLC in the Sysmac. C Series SYSMAC CPM1A. Training Manual*. Bandung : PT. Interindo Wiradinamika.
- Paul Fay dkk.1985. *Pengantar Ilmu Teknik Elektronika*. Jakarta : Gramedia.
- Putra Afgianto Eko, 2004. *Konsep Pemrograman dan Aplikasi (Omron CPM1A/CPM2A dan ZEN Programmable Relay)*. Yogyakarta : Gava Media.
- Robert L. Shrader, 1991. *Komunikasi Elektronika*. Jakarta : Erlanga.
- Rohner, P. (1996). *PLC Automation With Programmable Logic Controller*. Sydney: University Of New South Wales Press.
- Wasito S, 2001. *Vademekum Elektronika*. Jakarta : Gramedia Pustaka Umum.